

WYKORZYSTANIE PROTOKOŁU SNMP DO ZDALNEGO MONITOROWANIA I STEROWANIA ELEMENTAMI INSTALACJI KNX

Michał PORZEZIŃSKI¹

1. Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk
tel: (58) 347-29-35 fax: (58) 347-18-02 e-mail: mporz@ely.pg.gda.pl

Streszczenie: W referacie zaproponowano rozwiązanie wykorzystujące do zdalnego monitorowania i sterowania elementów systemu KNX protokół SNMP. Przedstawiono opracowaną strukturę bazy danych informacji zarządzania (MIB) dostosowaną do potrzeb instalacji KNX oraz sposób reprezentacji obiektów komunikacyjnych modułów KNX. Zaprezentowano prototyp opracowanego modułu rozszerzenia do standardowego agenta SNMP systemu Windows umożliwiający zdalne zarządzanie elementami instalacji za pomocą protokołu SNMP.

Słowa kluczowe: system KNX, zdalne zarządzanie, SNMP.

1. WPROWADZENIE

Jedną z zalet „inteligentnych” instalacji elektrycznych, opartych na takich standardach jak KNX czy LonWorks, jest możliwość zdalnego monitorowania i sterowania stanem dołączonych do nich urządzeń [1]. Typowe rozwiązania systemów BMS (Building Management System) opierają się najczęściej na serwerach wykorzystujących do komunikacji przemysłową technologię OPC (OLE for Process Control). Większość serwerów OPC jest zgodna ze specyfikacją OPC Data Access, która zakłada zastosowanie zdefiniowanego przez Microsoft interfejsu DCOM (Distributed Component Object Model). Tym samym są one dostępne tylko dla programów SCADA działających na platformie systemu Windows.

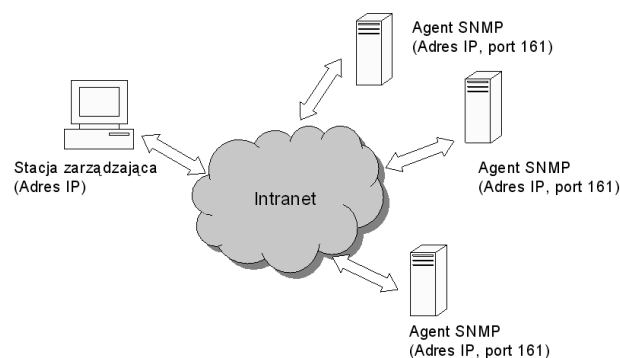
Inne rozwiązania, wykorzystujące serwery stron WWW, są niezależne od systemu operacyjnego dzięki zastosowaniu języka HTML (HyperText Markup Language) obsługiwanego przez wszystkie przeglądarki internetowe. Posiadają jednak inne wady. Taki sposób przekazywania informacji jest mało efektywny w przypadku, gdy pozyskane dane muszą być przetwarzane przez inne aplikacje dla potrzeb akwizycji danych lub realizacji algorytmów sterowania. Wynika to z tego, że dane dla przeglądarki internetowej zawierają nie tylko wartości obiektów ale również informację o formie ich wyświetlania.

Mając na uwadze powyższe ograniczenia zaproponowano alternatywną metodę zdalnego monitorowania i sterowania elementami instalacji w standardzie KNX opartą na protokole SNMP. Jest ona niezależna od systemu operacyjnego, efektywna, oparta na

sprawdzonych mechanizmach komunikacji i zawiera niezbędne mechanizmy bezpieczeństwa.

2. PROTOKÓŁ SNMP

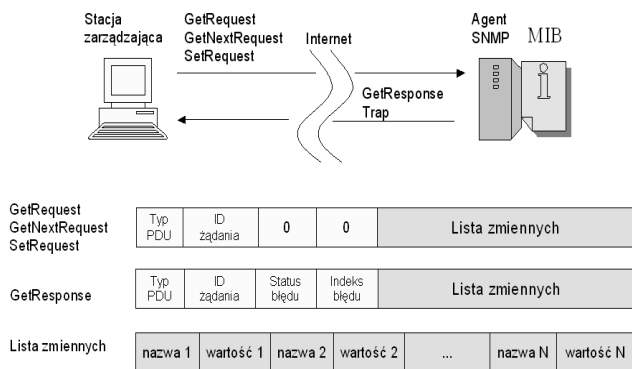
Protokół SNMP został zaprojektowany do zarządzania infrastrukturą siecią sieci komputerowych [2]. Zakłada istnienie dwóch rodzajów urządzeń: agentów zarządzania dostarczających informacji o stanie nadzorowanych obiektów oraz stacji zarządzających wykorzystujących i prezentujących informację. Agenty są widziane w sieci jako węzły posiadające ustalone, unikalne adresy IP (rys. 1).



Rys. 1. Idea zarządzania poprzez SNMP

Agenty SNMP nasłuchują na porcie 161 i odpowiadają na zapytania przychodzące od stacji zarządzających za pośrednictwem odpowiednich struktur danych przeroszonych w standardowych pakietach protokołu UDP (User Datagram Protocol). Podstawowe operacje to: żądanie podania wartości wybranej zmiennej (GetRequest), żądanie podania wartości następnej zmiennej (GetNextRequest) oraz żądanie ustawienia zmiennej na podaną wartość (SetRequest). Na każde z tych poleceń zaadresowany agent wysyła odpowiedź (GetResponse) informując o poprawności wykonania polecenia oraz dostarczając żądanych informacji (rys. 2). Istnieje również możliwość wysyłania informacji z inicjatywy agenta do wybranych stacji zarządzających za pomocą specjalnych komunikatów nazywanych pułapkami

(traps). Metoda ta nie gwarantuje jednak dotarcia informacji do celu, gdyż „pułapki” nie są potwierdzane.

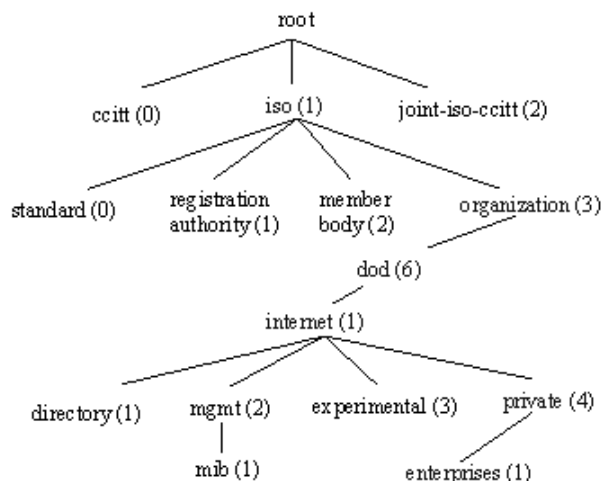


Rys. 2. Podstawowe transakcje SNMP

Nieodłącznym elementem architektury systemu wykorzystującego protokół SNMP jest baza danych informacji zarządzania (MIB) [3]. Jest ona zbiorem zmiennych, których stan jest aktualizowany przez agenty na podstawie zbieranych przez nie informacji i udostępniany stacjom zarządzającym.

Struktura MIB ma budowę drzewiastą i jest opisywana za pomocą składni ASN.1 (Abstract Syntax Notation One). Każda zmienna posiada przypisany unikalny globalny identyfikator będący ciągiem liczb określającym jej położenie w drzewie MIB np. ".1.3.6.1.3", ponadto musi mieć określony typ i prawa dostępu (odczyt / zapis).

Wiele zmiennych wykorzystywanych do zarządzania zasobami sieci komputerowych jest określonych standardami jak np. RFC 1155-SMI. Definiuje on między innymi wierzchołek i najważniejsze poddrzewa struktury MIB. Fragment tej struktury został pokazany na rysunku 3.



Rys. 3. Fragment struktury drzewa MIB określonej standardem RFC 1155

Standard dopuszcza tworzenie nowych gałęzi w poddrzewie „enterprises” (.1.3.6.1.4.1) przez różne instytucje i producentów, którzy zarejestrowali swoje własne programy i urządzeniami, struktura raz utworzonych gałęzi nie może być później zmieniana. Na potrzeby badań eksperymentalnych zdefiniowano poddrzewo "experimental" (.1.3.6.1.3), w którym można umieszczać

tymczasowe gałęzi MIB zanim zostaną one przypisane do docelowego poddrzewa.

Protokół SNMP istnieje w trzech wersjach: SNMPv1, SNMPv2c oraz SNMPv3. Dwie pierwsze wersje protokołu oferują słabe mechanizmy bezpieczeństwa. Polegają one na przesyłanej jawnym tekstem nazwie wspólnoty (community), która musi odpowiadać nazwie zapisanej w agencie. W ogólnodostępnej sieci takie rozwiązanie jest niewystarczające, zwłaszcza w przypadku wykorzystania protokołu SNMP do zdalnego sterowania.

Dopiero SNMPv3 zapewnia skuteczne mechanizmy uwierzytelniania oraz szyfrowania przesyłanych danych (algorytmy HMAC-MD5, HMAC-SHA oraz CBC-DES) chroniąc tym samym przed niepożądanym dostępem.

2. STRUKTURA INFORMACJI ZARZĄDZANIA DLA SYSTEMU KNX

Aby możliwe było zarządzanie instalacją KNX za pośrednictwem protokołu SNMP konieczne było opracowanie odpowiedniej struktury MIB. Zdecydowano się na tymczasowe umieszczenie jej w poddrzewie 1.3.6.1.3 "experimental".

W tabeli 1 przedstawiono „liście” czyli obiekty skalarne zdefiniowanej gałęzi.

Tabela 1. Zmienne agenta

Nazwa	Identyfikator	Typ	Opis
knxAgDescr	.1.3.6.1.3.1.1	STRING	Opis agenta
knxAgVersion	.1.3.6.1.3.1.2	STRING	Wersja agenta
knxAgLiveTime	.1.3.6.1.3.1.3	INTEGER	Czas pracy [s]
knxObjectTable	.1.3.6.1.3.1.4	SEQUENCE	Tablica obiektów komunikacyjnych KNX

Zmienne knxAgDescr oraz knxAgVersion zawierają dane tekstowe opisujące moduł rozszerzenia agenta. Zmienna knxAgLiveTime jest liczbą całkowitą wyrażającą czas od ostatniego uruchomienia agenta i jest wykorzystywana do celów diagnostycznych. Obiekt knxObjectTable jest tablicą zawierającą informacje o nadzorowanych obiektach systemu KNX. Indeks tablicy jest sekwencją trzech liczb stanowiącą adres grupowy danego obiektu.

W tabeli 2 przedstawiono strukturę wierszy tabeli knxObjectTable.

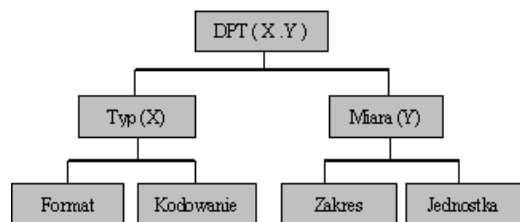
Tabela 2. Wiersze tabeli knxObjectTable

Nazwa	Identyfikator	Typ	Opis
knxObjAddr	.1.3.6.1.3.1.4.1.1	OPAQUE	Adres obiektu KNX (x.y.z)
knxObjType	.1.3.6.1.3.1.4.1.2	STRING	Typ obiektu (DPT)
knxObjValue	.1.3.6.1.3.1.4.1.3	STRING	Wartość obiektu
knxObjStatus	.1.3.6.1.3.1.4.1.4	INTEGER	Status obiektu

Zgodnie z konwencją SNMP pierwszym elementem wiersza tabeli jest adres obiektu KNX będący jednocześnie indeksem tablicy.

Drugim elementem wiersza jest informacja o typie obiektu. Wykorzystano tu sposób definiowania określony w specyfikacji KNX [4], który zakłada opisywanie typu za pomocą dwóch liczb całkowitych rozdzielonych kropką w postaci X.Y (rys. 4). X określa format i sposób kodowania, a Y zakres i jednostkę miary. Wartości X i Y dla

poszczególnych rodzajów zmiennych są zdefiniowane w dokumentacji KNX.



Format:	2 octet			
Encoding:	$(0.01^M) \cdot 2^E$ $E = [0..15]$ $M = [-2048..2047]$, two's complement notation			
Range:	[-671088.64...670760.96]			
Unit:	See below			
Datapoint Types				
ID	Name	Range	Unit	Usage
9.001	DPT_Value_Temp	-273...+670760	°C1	General
9.002	DPT_Value_Tempd	-670760...+670760	K	General
9.003	DPT_Value_Tempa	-670760...+670760	K/h	General
9.004	DPT_Value_Lux	0...670760	Lux	General
9.005	DPT_Value_Wsp	0...670760	m/s	General
9.006	DPT_Value_Pres	0...670760	Pa	General
9.010	DPT_Value_Time1	-670760...+670760	s	General
9.011	DPT_Value_Time2	-670760...+670760	ms	General
9.020	DPT_Value_Volt	-670760...+670760	mV	General
9.021	DPT_Value_Curr	-670760...+670760	mA	General

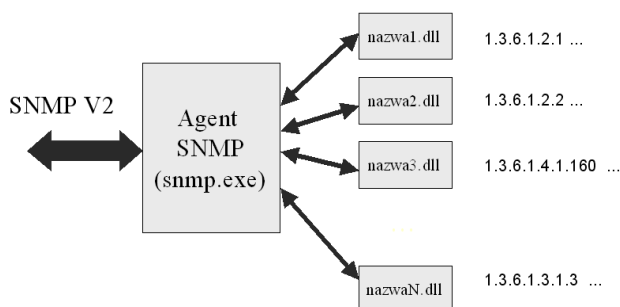
Rys. 4. Sposób definiowania typu obiektu KNX wraz z przykładem [4]

Trzecim elementem wiersza (knxObjValue) jest wartość obiektu wyrażona jako liczba szesnastkowa, której reprezentacja binarna odpowiada strukturze określonej dla danego typu obiektu KNX.

Ostatnim elementem jest liczba całkowita prezentująca status danego obiektu. Wartość „1” oznacza brak błędu. Wartość „2” informuje, że wartość obiektu nie jest jeszcze znana, gdyż nie zarejestrowano jeszcze telegramu o tym adresie grupowym. Wartość „3” należy interpretować jako błąd uniemożliwiający określenie stanu obiektu.

3. REALIZACJA AGENTA SNMP

Do obsługi protokołu SNMP wykorzystano wbudowanego w system Windows agenta SNMP. Jest to program posiadający możliwość współpracy z tzw. agentami rozszerzeń obsługującymi wybrane poddrzewa struktury MIB (rysunek 5).



Rys. 5. Fragment struktury drzewa MIB określonej standardem RFC 1155

Agent rozszerzenia musi mieć postać biblioteki ładowanej dynamicznie (dll) obsługującej funkcje:

inicjalizacji agenta, obsługi zapytań oraz wysyłania pułapek [5]. Nagłówki języka C++ tych funkcji zostały pokazane na rysunku 6. Funkcja SmpExtensionInit służy, między innymi, do poinformowania systemowego agenta SNMP o identyfikatorze gałęzi MIB obsługiwanej przez daną bibliotekę dll. Funkcja SmpExtensionQuery jest wykorzystywana do obsługi poleceń wymagających odczytu lub zapisu zmiennych należących do danej gałęzi MIB. Funkcja SmpExtensionTrap jest wykorzystywana do wysyłania pułapek.

Biblioteka modułu rozszerzenia została napisana w języku C++ i skompilowana w bezpłatnym środowisku Borland Turbo C++. Do napisania biblioteki wykorzystano struktury danych zdefiniowane w plikach snmp.h oraz mgmtapi.h dostarczanych wraz z kompilatorem.

```

BOOL WINAPI DllEntryPoint(
    HINSTANCE hinst,
    unsigned long reason,
    void* );

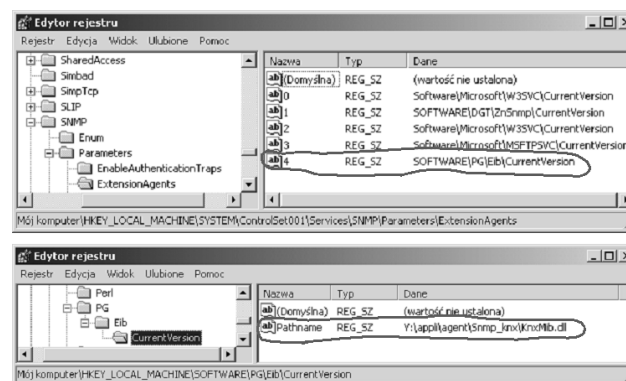
BOOL WINAPI SmpExtensionInit(
    IN DWORD dwTimeZeroReference,
    OUT HANDLE *hPollForTrapEvent,
    OUT AsnObjectIdentifier *supportedView);

BOOL WINAPI SmpExtensionQuery(
    IN BYTE requestType,
    IN OUT RFC1157VarBindList *variableBindings,
    OUT AsnInteger *errorStatus,
    OUT AsnInteger *errorIndex);

BOOL WINAPI SmpExtensionTrap(
    OUT AsnObjectIdentifier *enterprise,
    OUT AsnInteger *genericTrap,
    OUT AsnInteger *specificTrap,
    OUT AsnTimeticks *timeStamp,
    OUT RFC1157VarBindList *variableBindings);
  
```

Rys.6. Zestawienie nagłówków funkcji interfejsu rozszerzenia agenta SNMP.

Aby przygotowany moduł był "widziany" przez systemowego agenta SNMP konieczne było zarejestrowanie opracowanej biblioteki w systemie Windows. Miejsce dokonania niezbędnych wpisów w rejestrze systemu zostało pokazane na rysunku 7.

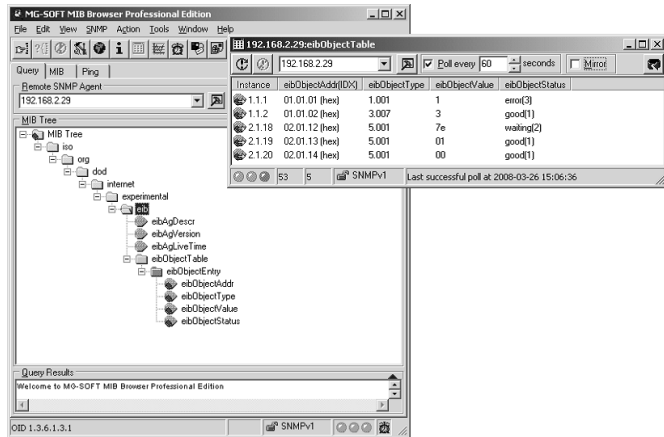


Rys. 7. Sposób rejestracji rozszerzenia agenta SNMP w rejestrze systemu Windows

Opracowane rozszerzenie agenta SNMP działa na razie tylko w trybie symulacyjnym - bez komunikacji z rzeczywistym systemem KNX. Typy i adresy zmiennych

oraz ich wartości początkowe są ustalane podczas konfiguracji agenta. Uznano, że jest to wystarczające do przeprowadzenia testów poprawności obsługi protokołu SNMP i współpracy stacji zarządzającej z opracowaną bazą MIB.

W ramach testów sprawdzono między innymi: poprawność interpretacji opisu struktury MIB oraz poprawność odczytu i zapisu zmiennych MIB udostępnianych przez agenta. Wszystkie próby wypadły pozytywnie. Przykład odczytanych wartości za pomocą programu MG-SOFT Mib Browser został pokazany na rysunku 8.



Rys. 8. Przykład wartości obiektów odczytanych z agenta SNMP

Połączenie opracowanego programu z rzeczywistym systemem KNX jest możliwe na kilka sposobów: poprzez wykorzystanie biblioteki FALCON, poprzez komunikację z istniejącym serwerem OPC lub poprzez bezpośrednie połączenie z interfejsem IP/KNX lub USB/KNX i analizowanie odbieranych telegramów. Jest ono celem dalszych prac.

Wbudowany agent SNMP systemu Windows obsługuje tylko wersję SNMP v1 i SNMPv2. Istnieje jednak możliwość zastosowania komercyjnego agenta,

obsługującego protokół SNMPv3, bez konieczności jakichkolwiek zmian w opracowanym module [6].

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Opracowana struktura MIB oraz biblioteka dll będąca modulem rozszerzenia agenta SNMP umożliwia wykorzystanie protokołu SNMP do zdalnego zarządzania elementami instalacji KNX poprzez sieć TCP/IP.

Przedstawione rozwiązanie pozwala na uniezależnienie stacji operatorskiej od systemu operacyjnego. Zastosowano w nim wbudowanego agenta SNMP systemu Windows, ale istnieje również możliwość realizacji agenta w innym systemie, na przykład w systemie Linux.

Dzięki mechanizmom zabezpieczeń protokołu SNMPv3, uniemożliwiającym nieautoryzowany dostęp, możliwe jest zarządzanie instalacją KNX również poprzez publiczną sieć Internet.

Istnieje szereg bezpłatnych narzędzi i programów obsługujących protokół SNMP (np. interpreter języka PHP), dzięki którym systemy zarządzania wykorzystujące ten protokół mogą być konkurencyjne cenowo w stosunku do innych systemów zarządzania obecnych na rynku.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Petykiewicz P.: Nowoczesna instalacja elektryczna w inteligentnym budynku. COSIW, Warszawa 2001, ISBN 83-89008-49-1.
2. Stallings W.: Protokoły SNMP i RMON. Vademecum profesjonalisty. Wydawnictwo Helion, 2003, ISBN 83-7197-920-7.
3. Perkins D., McGinnis E.: Understanding SNMP MIBs, Prentice Hall, Inc., 1997, ISBN 0-13-437708-7.
4. Specyfikacja techniczna systemu KNX: Volume 3 System Specification, Part 7 Interworking, Chapter 2: Datapoint Types, Konnex Association, 1998.
5. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa910042.aspx>
6. <http://www.mg-soft.com/agent.html> .

USAGE OF SNMP PROTOCOL FOR REMOTE MONITORING AND CONTROL OF KNX INSTALLATION HARDWARE

Keywords: KNX system, remote monitoring and control, SNMP

The solution of remote monitoring and control of KNX hardware based on the usage of SNMP protocol are proposed in the paper. The developed structure of management information base (MIB) for KNX installation and the method of representing KNX communication objects were described. The prototype of the standard Windows SNMP agent extension for remote supervision of electrical installation hardware was also presented.